

**LAPORAN**

**TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK**  
**ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR**  
**DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK**  
**KAPASITAS 220.000 TON/TAHUN**



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh :**

**Ayu Three Wiji Latifah**  
**D 500 110 020**

**Dosen Pembimbing :**

- 1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**
- 2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**SURAKARTA**  
**2015**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

Nama : Ayu Three Wiji Latifah  
NIM : D 500 110 020  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan  
Air dengan Proses Hidrasi Non Katalitik Kapasitas  
220.000 Ton Per Tahun  
Dosen Pembimbing : 1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.  
2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

Surakarta, Juli 2015

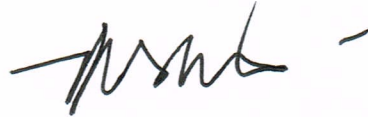
Menyetujui,

Pembimbing I



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIK.892

Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.  
NIK.664

Mengetahui,

Dekan Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.  
NIK. 682

Ketua Program Studi



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIK.892

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

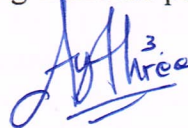
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ayu Three Wiji Latifah  
NIM : D 500 110 020  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen  
Oksida dan Air dengan Proses Hidrasi Non Katalitik  
Kapasitas 220.000 Ton per Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila Tugas Akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Juli 2015

Yang membuat pernyataan,



Ayu Three Wiji Latifah

## INTISARI

Etilen glikol atau EG merupakan senyawa organik yang tidak berwarna, tidak berbau, dan berwujud cairan. Secara umum etilen glikol digunakan untuk tambahan serat pada polyester, wadah yang menggunakan bahan PET, *antifreeze* dan pendingin pada mesin. Di Indonesia secara umum dan komersial, etilen glikol digunakan untuk bahan baku industri tekstil (polyester) sebesar 97,34% dan 2,66% digunakan sebagai bahan baku tambahan pembuatan cat, cairan lem, *solvent* (pelarut), tinta cetak, tinta pada pena, kosmetik, dan bahan anti beku. Kebutuhan ini dipenuhi oleh PT Polychem Tbk sedangkan kekurangannya dipenuhi dengan melakukan impor dari berbagai negara. Prarancangan pabrik etilen glikol dari etilen oksida dan air dengan proses hidrasi non katalitik kapasitas 220.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan pada tahun 2025 untuk memenuhi kebutuhan etilen glikol di Indonesia, sehingga mengurangi angka impor. Selain itu adanya bahan baku dan lokasi di Tangerang, Banten seluas 22.000 m<sup>2</sup> serta dengan 184 karyawan sangat mendukung berdirinya pabrik ini.

Prarancangan pabrik etilen glikol menggunakan bahan baku berupa etilen oksida dan air berlebih, dengan perbandingan mol 1:20. Kapasitas produksi sebesar 220.000 ton/tahun yang direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam tiap tahunnya. Proses pembuatan etilen glikol ini dilakukan di dalam *plug flow reactor* secara kontinyu tanpa menggunakan katalis. Pada reaktor ini, proses pembuatan etilen glikol dijaga agar berlangsung pada fase cair, *irreversible*, eksotermis, *adiabatic* dan *non isothermal* pada suhu 130,34°C hingga 190°C dan tekanan 18 atm. Konversi yang dicapai adalah 99,8% dengan selektivitas etilen glikol 91,8%. Produk samping yang dihasilkan berupa dietilen glikol dan trietilen glikol. Dalam prosesnya dibutuhkan etilen oksida sebanyak 23.529,7386 kg/jam dan air sebanyak 192.831,6709 kg/jam. Produk yang dihasilkan berupa etilen glikol sebanyak 27.777,7778 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 720.341,4345 kg/jam yang diperoleh dari air sungai Cisadane Tangerang, penyediaan *saturated steam* sebesar 34.827,955 kg/jam dari *boiler* dengan menggunakan bahan bakar berupa *fuel oil* sebesar 11.482,4919 L/jam untuk dua buah *boiler*, kebutuhan listrik sebesar 2.720,3 kW diperoleh dari PLN dan sebuah *generator set* sebagai cadangan.

Pabrik etilen glikol menggunakan modal tetap sebesar Rp 968.080.018.924,- dan modal kerja sebesar Rp 1.809.340.555.217,-. Berdasarkan analisis ekonomi kelayakan pendirian suatu pabrik, maka pabrik etilen glikol ini menguntungkan dan layak didirikan. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak adalah Rp 655.476.883.524,- per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan yang diperoleh mencapai Rp 458.763.818.467,- per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 67,70% dan setelah pajak 47,39%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,29 tahun dan setelah pajak 1,7 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 48,5%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 36,87%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 25,87%.

Kata kunci: etilen glikol, *plug flow reactor*, hidrasi, non katalitik

## **MOTTO**

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”  
(Q.S. Al-Mujadalah: 11)*

*“Hadits riwayat Abdullah bin Masud ra, ia berkata: Rasullallah saw bersabda: tidak ada hasad (iri) yang dibenarkan kecuali terhadap dua orang, yaitu terhadap orang yang Allah berikan harta, ia menghabiskan dalam kebaikan dan terhadap orang yang Allah berikan ilmu, ia memutuskan dengan ilmu itu dan mengajarkannya kepada orang lain”  
(Shahih Muslim No. 1352)*

*“Keadaanmu tidak slelalu dalam keadaan baik, tapi orang lain berhak menerima kamu dalam keadaan terbaik, berusaha memberikan yang terbaik pada orang lain, dan biarkan Allah yang menyelesaikan ketidakbaikan keadaanmu, menjadi baik”*

*“Salah satu bunga yang tidak layu sepanjang jaman adalah bunga kebajikan”*

*Pengetahuan adalah kekuatan*

## **PERSEMBAHAN**

*Karya ini kupersembahkan Kepada Allah SWT...*

*Dari semua yang telah Kau tetapkan, hidupku dalam tangan-Mu, dalam takdir Mu, rencana indah yang telah Kau siapkan, bagi masa depanku yang penuh harapan, harapan kesuksesan terpaku di pundak sebagai janji kepada mereka.*

*Kedua orang tuaku...*

*Sosok yang pertama dari tujuan hidupku yang selalu membangkitkan dalam keterpurukkan ku. Terimakasih ya Tuhan yang telah memberikan malikat-Mu kepada ku. Terimakasih Tuhan aku telah dilahirkan dari rahim seorang ibu yang yang cantik dan cerdas, dari seorang ayah yang sangat bertanggung jawab dan pemimpin yang hebat*

*Kakak dan Adik tercinta...*

*Ka Nana , ka Zuly, Panca dan Melinda,, terima kasih telah memberiku dukungan, kita akan terus berjuang untuk mencapai semuanya dan kita buktikan bahwa kita adalah orang-orang yang layak dihadapan mereka.*

*Keluarga besar Kawit Krso Dikromo...*

*Terimakasih telah memberikan dukungan, nasihat dan semangat*

*Bapak, Ibu dosen...*

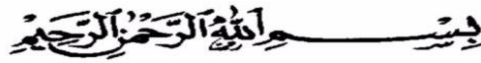
*yang dengan tulus dan sabar membimbingku dalam menuntut ilmu, ilmu yang sangat bermanfaat bagi kehidupanku maupun dalam bermasyarakat nanti*

*Ika Anik Trisnani ...*

*Terimakasih My patner, temen curhat dan teman dalam mengerjakan skripsi ini. Semoga apa yang sudah kita lakukan ini adalah sebuah permulan yang baik dan indah untuk kedepanya. Kehilangan seorang teman seperti mu, sangat sulit untuk menggantikanya dengan yang lain.*

*Semua teman-teman teknik kimia angkatan 2011, terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Kenangan indah bersama kalian*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul **Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dengan Proses Hidrasi Non Katalitik Kapasitas 220.000 Ton Per Tahun**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak/Ibu dosen Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan pembelajaran mulai dari semester awal hingga akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Bambang Setiadji, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Keluarga tercinta terima kasih atas doa dan motivasi serta dukungan yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta,
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya, penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Juli 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
INTISARI.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang.....	1
1.1.1. Sejarah.....	1
1.1.2. Alasan pendirian pabrik .....	1
1.1.3. Kapasitas prarancangan pabrik.....	3
1.1.4. Lokasi prarancangan pabrik .....	4
1.2. Tinjauan pustaka .....	8
1.2.1. Macam-macam proses pembuatan etilen glikol .....	8
1.2.2. Kegunaan produk.....	13
1.2.3. Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk .....	14
1.2.3.1. Sifat fisis dan kimia bahan baku .....	14
1.2.3.2. Sifat fisis dan kimia produk.....	18
1.2.4. Tinjauan proses secara umum .....	20
BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi baku dan produk .....	23
2.1.1. Spesifikasi bahan baku.....	23
2.1.2. Spesifikasi produk .....	23
2.2. Konsep proses .....	23

2.2.1. Tahap sintesa etilen glikol.....	23
2.2.1.1. Tinjauan termodinamika .....	24
2.2.1.2. Kinetika reaksi.....	28
2.2.2. Tahap pemisahan air dari larutan glikol.....	32
2.2.3. Tahap pemurnian produk .....	32
2.3. Langkah proses .....	33
2.3.1. Tahap penyimpanan bahan baku .....	33
2.3.2. Tahap sintesa etilen glikol.....	33
2.3.3. Tahap pemisahan air dari larutan glikol .....	34
2.3.4. Tahap pemurnian produk .....	35
2.4. Neraca massa dan neraca panas .....	36
2.4.1. Neraca massa .....	36
2.4.2. Neraca panas .....	39
2.5. Tata letak pabrik dan peralatan .....	43
2.5.1. Tata letak pabrik .....	43
2.5.2. Tata letak peralatan.....	46
 BAB III SPESIFIKASI ALAT .....	 52
 BAB IV UNIT UTILITAS DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit pendukung proses .....	87
4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air .....	87
4.1.1.1. Unit penyedia air .....	84
4.1.1.2. Proses pengolahan air.....	93
4.1.1.3. Kebutuhan air .....	97
4.1.2. Unit penyedia <i>steam</i> .....	98
4.1.3. Unit penyedia listrik .....	99
4.1.3.1. Kebutuhan listrik unit proses.....	100
4.1.3.2. Kebutuhan listrik unit utilitas .....	101
4.1.3.3. Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan kontrol.....	101
4.1.3.4. Kebutuhan listrik lai-lain.....	102

4.1.4. Unit penyedia bahan bakar .....	102
4.1.4.1. Kebutuhan bahan bakar generator .....	102
4.1.4.2. Kebutuhan bahan bakar boiler-01 .....	102
4.1.4.3. Kebutuhan bahan bakar boiler-02.....	103
4.1.5. Unit pengolahan limbah .....	103
4.1.6. Spesifikasi alat utilitas .....	107
4.2. Laboratorium .....	117
4.2.1. Program kerja laboratorium .....	118
4.2.2. Penanganan sampel.....	118
4.2.3. Prosedur analisa .....	119
4.2.4. Metode analisa .....	120
4.2.5. Alat-alat laboratorium.....	120

## BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk perusahaan .....	122
5.2. Struktur organisasi .....	123
5.3 Tugas dan wewenang.....	124
5.3.1. Pemegang saham .....	124
5.3.2. Dewan komisaris .....	124
5.3.3. Direktur utama.....	125
5.3.4. Direktur .....	126
5.3.5. Staf ahli dan litbang .....	126
5.3.6. Kepala bagian .....	127
5.3.7. Kepala seksi.....	129
5.4 Sistem kepegawaian dan sistem gaji .....	129
5.5 Pembagian jam kerja karyawan .....	130
5.6 Penggolongan jabatan, jumlah karyawan dan gaji .....	131
5.7 Sistem gaji pegawai.....	132
5.8 Kesejahteraan sosial karyawan .....	133
5.9 Manajemen produksi .....	133

5.10 Perencanaan produksi.....	134
5.11 Pengendalian produksi.....	135
 BAB VI ANALISIS EKONOMI .....	137
6.1. Penafsiran harga peralatan .....	137
6.2. Dasar perhitungan.....	138
6.3. Faktor-faktor yang ditinjau .....	140
6.4. <i>Total capital invesment</i> .....	143
6.5. <i>Working capital</i> .....	144
6.6. <i>Manufacturing cost</i> .....	144
6.7. <i>General expense</i> .....	145
6.8. Analisa keuntungan .....	145
6.9. Analisa kelayakan.....	145
 BAB VII KESIMPULAN .....	151
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kecepatan reaksi proses hidrasi.....	29
Gambar 2.2. Regresi linier kecepatan reaksi.....	29
Gambar 2.3. Selektivitas glikol berdasarkan rasio H <sub>2</sub> O dan EO.....	32
Gambar 2.4. Tata letak pabrik etilen glikol.....	48
Gambar 2.5. Tata letak alat proses.....	49
Gambar 2.6. Diagram alir kualitatif.....	50
Gambar 2.7. Diagram alir kuantitatif.....	51
Gambar 4.1. Diagram alir pengolahan limbah .....	106
Gambar 4.2. Diagram alir pengolahan air di unit utilitas.....	121
Gambar 5.1. Struktur organisasi perusahaan.....	136
Gambar 6.1. Grafik persamaan indeks harga .....	139
Gambar 6.2. Grafik analisis kelayakan ekonomi.....	150

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan etilen glikol indonesia .....	3
Tabel 1.2 Kapasitas produksi etilen glikol.....	4
Tabel 1.3 Industri produsen PSF/PFY resin di Indonesia .....	5
Tabel 1.4 Industri produsen PET di Indonesia .....	6
Tabel 1.5 Industri produsen NFY di Indonesia .....	6
Tabel 1.6 Diskripsi perbandingan proses pembuatan etilen glikol.....	22
Tabel 2.1 Harga gibbs ( $\Delta G_r^\circ$ ) dan entalpi standar ( $\Delta H_r^\circ$ ).....	24
Tabel 2.2 Harga konstanta kecepatan reaksi .....	28
Tabel 2.3 Harga konstanta kecepatan reaksi $k_1$ , $k_2$ , dan $k_3$ .....	31
Tabel 2.4 Neraca massa <i>mixer</i> (M-01).....	36
Tabel 2.5 Neraca massa reaktor (R-01) .....	37
Tabel 2.6 Neraca massa evaporator (V-01).....	37
Tabel 2.7 Neraca massa evaporator (V-02).....	37
Tabel 2.8 Neraca massa menara distilasi (D-01).....	38
Tabel 2.9 Neraca massa menara distilasi (D-02).....	38
Tabel 2.10 Neraca massa total.....	38
Tabel 2.11 Neraca panas reaktor (R-01) .....	39
Tabel 2.12 Neraca panas evaporator(V-01) .....	39
Tabel 2.13 Neraca panas evaporator (V-02) .....	39
Tabel 2.14 Neraca panas menara distilasi (D-01).....	40
Tabel 2.15 Neraca panas menara distilasi (D-02).....	40
Tabel 2.16 Neraca panas <i>cooler</i> 1 (E-101).....	40
Tabel 2.17 Neraca panas <i>cooler</i> 2 (E-102).....	41
Tabel 2.18 Neraca panas <i>cooler</i> 3 (E-103).....	41
Tabel 2.19 Neraca panas <i>cooler</i> 4 (E-104).....	41
Tabel 2.20 Neraca panas <i>cooler</i> 5 (E-105).....	41
Tabel 2.21 Neraca panas <i>cooler</i> 6 (E-106).....	42
Tabel 2.22 Neraca panas <i>cooler</i> 7 (E-107).....	42
Tabel 2.23 Neraca panas <i>cooler</i> 8 (E-108).....	42

Tabel 2.24 Neraca panas <i>cooler</i> 9 (E-109).....	42
Tabel 2.25 Neraca panas <i>heater</i> 1 (E-301).....	43
Tabel 2.26 Neraca panas <i>heater</i> 2(E-302).....	43
Tabel 2.27 Luas tanah bangunan pabrik etilen glikol.....	45
Tabel 4.1 Data kebutuhan air proses.....	97
Tabel 4.2 Data kebutuhan air pendingin .....	97
Tabel 4.3 Data kebutuhan air sanitasi .....	98
Tabel 4.4 Data kebutuhan <i>steam</i> jenuh $T = 200^{\circ}\text{C}$ .....	99
Tabel 4.5 Data kebutuhan <i>steam</i> jenuh $T = 350^{\circ}\text{C}$ .....	99
Tabel 4.6 Data kebutuhan listrik unit proses.....	100
Tabel 4.7 Data kebutuhan listrik unit utilitas .....	101
Tabel 5.1 Jadwal hari dan jam kerja karyawan shift.....	131
Tabel 5.2 Penggolongan jabatan jumlah karyawan dan gaji.....	131
Tabel 6.1 Indeks harga .....	139
Tabel 6.2 <i>Total capital investment</i> .....	143
Tabel 6.3 <i>Working capital</i> .....	144
Tabel 6.4 <i>Manufacturing cost</i> .....	144
Tabel 6.5 <i>General expenses</i> .....	145
Tabel 6.6 <i>Fixed cost</i> (Fa) .....	146
Tabel 6.7 <i>Variable cost</i> (Va) .....	147
Tabel 6.8 <i>Regulated cost</i> (Ra) .....	147
Tabel 6.9 Kesimpulan analisa kelayakan pabrik etilen glikol.....	149